NUOVE OSSERVAZIONI GEOLOGICHE

SULLE

ROCCE ANTRACITIFERE DELLE ALPI

DEL COMMENDATORE

ANGELO SISMONDA

PROFESSORE DI MINERALOGIA

NELLA REGIA UNIVERSITÀ DI TORINO

TORINO

STAMPERIA REALE

1867.

NUOVE OSSERVAZIONI GEOLOGICHE

SULLE

ROCCE ANTRACITIFERE DELLE ALPI

Nei nostri lavori geologici già indicammo quali sedimenti metamorfosati la maggior parte delle rocce cristalline stratificate, gneis, micascisti, talcoscisti ecc. (1), del dorso alpino acquapendente in Piemonte, e ciò per la ragione, che qua e là sono tra esse intercalate rocce di evidente costituzione detritica, anzi in molti luoghi le due sorta di rocce alternano insieme. Questo è uno dei fatti, i quali c' indussero ad assimilarle

(1) La Carta geologica delle antiche Provincie da noi pubblicata è eseguita secondo questo principio. L'idea dell'esistenza di micascisti, di gneis ecc., secondari, è chiaramente espressa dal De Saussure nella classica sua opera *Voyages dans les Alpes*. Al paragr. 846 si legge: « Si l'on suit » l'arête du Col (de la Seigne) en marchant au nord-ouest du côté de la chaîne primitive, on » rencontre des bancs de roches quartzeuses et micacées mêlées de bancs de quartz pur. Tous » ces bancs sont inclinés de 40 ou 45 degrés en s'élevant au nord-ouest contre les primitives, et » ces mêmes bancs se prolongent du côté du Chapiu. Plus loin, dans la même direction, au delà » de ces roches quartzeuses, on retrouve des ardoises situées de même, à cela près qu'elles sont » plus inclinées: ensuite les mêmes roches quartzeuses reviennent, et sont encore suivies par des » ardoises; alternatives bien remarquables, comme je l'ai déjà dit, et qui prouvent qu'il ne faut » pas tant se presser de classer au nombre des rocs primitifs ceux qui sont composés de quartz » et de mica, ou plutôt que la nature n'a point cessé tout-à-coup de produire des montagnes » primitives; mais qu'après avoir commencé à en produire du genre de celles que nous nommons » secondaires, elle est revenue pendant quelque temps et par alternatives à en produire de celles » que nous appelons primitives: changements bien faciles à expliquer par les changements des » courans qui charrioient les éléments de ces différens genres de pierres ».

nella età geologica alle rocce del pendìo opposto, ove si osservano pur anche le medesime rocce cristalline associate a rocce detritiche. Noi fummo condotti a quel giudizio nonostante che le rocce nelle due contrade non fossero di composizione identica, ed in Savoia inoltre racchiudessero fossili organici, mentre nessuno ne fosse stato trovato nelle Alpi piemontesi; stantechè quest'ultima differenza a nostro avviso dipende dal grado diverso di metamorfosi dalle rocce stesse raggiunto.

I fossili trovati in Savoia consistono in impronte di vegetali dell'epoca carbonifera e in resti di animali proprii al liasse. Il BEAUMONT è stato il primo ad avvertire l'intima connessione delle rocce contenenti le due sorta di fossili organici. Nel giudicarne l'età geologica, egli credette dare la preferenza ai resti animali (1), la qual cosa porse quindi origine ad animate discussioni, le quali non furono infruttuose, poichè contribuirono moltissimo a far meglio conoscere la costituzione dei monti dell'alta Savoia. Avendo noi avuto la fortuna di accompagnare il BEAUMONT nelle sue escursioni alpine, potemmo convincerci co'nostri proprii occhi non sussistervi ragioni per scompartire, come fanno distinti geologi, quelle rocce fossilifere in diverse formazioni geologiche. Ciò non pertanto le contestazioni insorte avendoci determinato a rivisitare parecchie di quelle località, nulla ci capitò di osservarvi da consigliarci l'abbandono dell'opinione emessa dal BEAUMONT sull'età di quelle rocce, opinione già stata da noi altre volte commentata e sostenuta (2). Ora potrebbe forse parere inopportuno il ritornare su tale argomento, tanto più che va di continuo scemando il numero degli oppositori all'opinione del BEAUMONT; ma se pur torniamo a tenerne discorso, per altro nol faremo, se non per esporre i fatti osservati nelle escursioni eseguite nella Tarantasia e nella Moriana in questi ultimi anni, e più particolarmente in quella fattavi in sul finire dell'estate 1865 in compagnia dei distinti geologi i sigg. LORY, Professore di geologia nella facoltà di Grenoble, abbate VALLET, professore nel Gran Seminario di Chambéry, e Cav. Avvocato PILLET, Socio e Bibliotecario Archivista dell'Imperiale Accademia di Savoia. Non

(1) Il Cav. MONTAGNA, Maggiore nel Corpo d'Artiglieria, nella sua Opera *Generazione della terra*, e nel suo Opuscolo sugli *Esseri delle rocce azoiche* nel caso di coesistenza nei medesimi strati di spoglie di animali e di vestigie di piante di differente epoca geologica, accorda maggiore importanza a queste ultime; quindi le preferisce per classificare le rocce nella serie dei terreni.

(2) Vedi *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, serie 2ª, tom. XII e seguenti; e *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tom. XLV e XLIX.

narreremo cose nuove, perchè non è facile rinvenirne sopra una questione, che occupò la mente e scosse l'attività dei più distinti geologi dell'età nostra; ma se quanto racconteremo non avrà il merito della novità, portiamo credenza che servirà almeno a viemmeglio dimostrare come tutte quelle rocce fossilifere facciano parte integrante di una sola e medesima formazione geologica. Il Beaumont le divide in tre gruppi (1), che per ragione dei fossili animali ascrive collettivamente al terreno liassico. Per tanto un tal terreno avrebbe nelle Alpi una grossezza, di cui non si conosce finora altro esempio; poichè, secondo asserisce lo stesso Beaumont, il gruppo medio (composto del nostro calcare di Villette) non conta meno di 2000 metri di grossezza (2). Noi poi abbiamo in più luoghi riconosciuto una leggera discordanza di stratificazione tra un gruppo e l'altro (3), ed inoltre dal modo in cui è fatta la ripartizione dei fossili, ben si comprende, che i tre gruppi di rocce non si formarono in condizioni perfettamente identiche. In fatti il gruppo inferiore contiene alcune delle numerose specie di animali esistenti nel gruppo medio, mentre in questo mancano affatto le impronte dei vegetali abbondantissime nel gruppo inferiore, ed abbastanza copiose nel superiore, nel quale per contro non furono fin qui rinvenute vestigie di animali. I tre gruppi non essendo identici, ma semplicemente affini tra loro, considerammo col Beaumont liassico il gruppo inferiore, ma gli altri due poi, il medio cioè e il superiore, li dicemmo rappresentanti il primo l'oolite, e il secondo le argille osfordiane. Non taceremo infine di avere osservato in più siti, e particolarmente al monte Tabor e ne'suoi dintorni, un calcare cristallino, nero venato di giallo, scistoso, discordantemente adagiato sulle rocce del gruppo superiore. In esso non ravvisammo nessuna analogia, nè similitudine coi calcari alpini posteriori ai giuresi, per cui pensammo possa essere l'equivalente degli ultimi depositati a tale epoca, cioè del calcare kemeridiano. Ma su ciò sempre avemmo, e conserviamo tuttora, i nostri dubbi (4).

---

(1) Nel corso del presente scritto chiamiamo *gruppo* l'assembramento di rocce denominato dal Beaumont *étage* nella *Note sur un gisement de végétaux fossiles*; *Annales des Sciences naturelles*, tom. XV; e dal Brochant *assise*.

(2) Vedi *Annales des Sciences naturelles*, tom. XV, pag. 376.

(3) La discordanza di stratificazione qui avvertita è eziandio stata notata dal sig. Scipione Gras. Vedi *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2^e^ série, tom I, Congrès de Chambéry.

(4) Vedi *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 2^a^ serie, tom. XII.

La divisione in tre gruppi di quella massa enorme di rocce è cosa, che da se stessa facilmente si svela. E ciò conobbero tutti coloro, i quali si occuparono della geologia di quella parte delle Alpi. Qualunque fosse il loro concetto su quei terreni, e sulla loro età geologica, si trovarono tutti del medesimo avviso intorno al numero ed alla limitazione dei gruppi. Il sig. Scipione GRAS, ingegnere delle miniere in Francia, autore di parecchi interessanti lavori sulle Alpi, chiamò i suoi gruppi con nomi differenti da quelli usati da noi; ma in sostanza le sue divisioni, come dichiara egli medesimo, sono perfettamente d'accordo colle nostre (1). Nel 1854 il BEAUMONT lesse all'Accademia delle Scienze di Parigi il sunto di un lavoro del ROZET, nel quale l'autore separa dal liasse la massa calcare e ne fa un gruppo, che chiama calcare giurese medio (2). Questo calcare, da quanto si può raccogliere in quel sunto, è il calcare di Villette, che noi nel sistema seguito supponemmo essere il rappresentante del *terreno oolitico*.

I signori FAVRE e LORY, occupatisi anch'essi della geologia dei monti dell'alta Savoia, ne divisero eziandio le rocce stratificate in tre gruppi, ai quali fissarono i medesimi confini loro assegnati da tutti coloro, che li precedettero in quello studio. Se non che, essi credono due dei tre gruppi, il medio e il superiore, più antichi del liasse. Uno dei due gruppi, il medio, lo vogliono contemporaneo del triasse, l'altro, il superiore, del terreno carbonifero. Si comprende, ch' essi collochino in quest'ultimo terreno le rocce, che ne contengono i fossili, ma non si vede la ragione per cui abbiano ascritto al terreno triassico il calcare e l'unitovi gesso, mentre nè in essi, nè nelle rocce concomitanti si sono finora rinvenuti resti organici di tal tempo. Non isfuggiva un tal fatto all'oculatezza di que' distinti geologi, come loro non isfuggirono nè l'intercalazione degli scisti con impronte di vegetali carboniferi nel calcare con fossili liassici (3), nè l'alternanza di queste due sorta di rocce tra loro; per le quali cose si appalesa come esse appartengano al medesimo periodo geologico. Ma ciò appunto non credendo il FAVRE

---

(1) Vedi *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, tom. I, pag. 707; e *Annales des mines*, 5e série, tom. V, pag. 475.

(2) Vedi *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tom. XXXIX, pag. 473. Il lavoro annunziatovi non mi consta che siasi pubblicato.

(3) Vedi *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites, etc., par M.* ÉLIE de BEAUMONT. *Annales des Sciences naturelles*, tom. XIV, pag. 113.

e il Lory di poter acconsentire, idearono e sostennero molto argutamente, che siffatte unioni delle rocce sono semplicemente apparenti, che sono illusioni procacciate dal simultaneo ripiegamento dell' intiero sistema di rocce. E siccome non vi restano tracce di codeste ripiegature, essi suppongono la porzione curvata corrosa dalla lunghissima e persistente azione degli agenti atmosferici. Ma se tal cosa fosse pur anche avvenuta, la ripiegatura delle rocce, com'essi l'intendono, si paleserebbe tuttavia mediante l'alternanza tra i tre gruppi di rocce. Ora simile alternanza non esiste di certo. I tre gruppi di rocce corrono distinti l'uno dall'altro in tutta la catena alpina, conservando il medesimo ordinamento, cioè si vede costantemente il gruppo calcare con fossili liassici ed alcuni oolitici intercalato nei due altri, dove si trovano le impronte di piante carbonifere. Non intendiamo però con questo sostenere, che non vi sieno colà rocce piegate, increspate, curvate, ma quei fatti sono accidenti locali, i quali non si estendono da un gruppo all'altro (v. tav. I).

A viemmeglio provare, che le rocce con impronte di vegetali carboniferi, inferiori alla gran massa calcare, costituiscono un gruppo particolare; che le rocce contenenti similmente impronte di vegetali di quella medesima epoca, sovrapposte alla massa calcare, ne costituiscono parimente un altro, distinto dal primo; e che i due gruppi infine sono indipendenti tra loro, basta, per non dir d'altre prove, fare alcuni confronti fra le rocce componenti i detti due gruppi. In verità dal lato della composizione il gruppo inferiore (liasse) consta di scisti argillosi neri (ardesia) e di calcare cristallino, nero, scistoso; il superiore (argille osfordiane) consta in cambio di conglomerati quarzosi, di psammite, di gneis, di quarzite, di calcare cristallino e di scisto argilloso con grossi banchi di antracite; dal lato dei fossili il gruppo inferiore contiene impronte di piante carbonifere e resti di animali liassici: il superiore contiene solamente le impronte delle piante carbonifere. Di più il gruppo inferiore contiene specie di piante mancanti al gruppo superiore, e il numero complessivo di queste specie nel gruppo inferiore supera d'assai quello del gruppo superiore; in questo poi predominano le impronte dei tronchi e dei fusti, in quello invece sovrabbondano le impronte delle foglie (1). Inoltre nel gruppo superiore l'antracite forma grossi banchi,

(1) Queste differenze della Flora nei due gruppi sono state avvertite ed apprezzate da Adolfo Brongniart. Vedi *Annales des Sciences naturelles*, tom. XV, la Nota inserita alla pag. 375.

nell'inferiore costituisce scarsi e sottili straticelli, che non valgono la spesa di una scavazione. Havvi in conseguenza una differenza abbastanza grande e d'assai notevole importanza tra i due gruppi, perchè non si possa neanche supporre, che trattisi di un solo gruppo sovra se stesso ripiegato.

Nè può dirsi, che l'ordinamento dei tre gruppi corrisponda meglio al concetto portato dai sigg. FAVRE e LORY sulla loro relativa età geologica. Imperocchè per essi, come per noi, il gruppo inferiore è liasse, ma nella loro opinione il medio è triasse, e il superiore è carbonifero. Questa sovrapposizione non corrispondendo al loro modo di vedere, nè potendola spiegare colla semplice ripiegatura degli strati, supposero rovesciato l'intero sistema di essi. Da quanto abbiamo esposto risulta colla maggiore possibile evidenza, che anche ammettendo questa specie di sconvolgimento, i gruppi non restano tuttavia disposti e ordinati secondo le esigenze dell'opinione dei sunnominati distinti Geologi; stantechè, si giri pure e si rigiri mentalmente, come si vuole, quella massa di rocce, si avranno mai sempre nei gruppi inferiore e superiore impronte di vegetali carboniferi, e nel mezzo di quelli incontrerassi il gruppo calcare con spoglie di animali essenzialmente liassici. Se fosse realmente accaduto un rovesciamento, sarebbe cosa affatto naturale il credere, che qualche porzione della estesissima area fossilifera fosse stata salva da quello scompiglio; ma finora, per quante ricerche siensi fatte con questo intendimento, nessuno ha additato ancora un tratto, anche ristrettissimo, in cui la successione e l'ordinamento dei gruppi non stiano nel modo da noi esposto, e che speriamo di meglio dimostrare in appresso.

In conseguenza di nuovi studi il sig. LORY ha abbandonato l'opinione, che a Petit-Cœur nella Tarantasia gli scisti con impronte di piante carbonifere risiedano in una piega del calcare belemnitico. A questo proposito egli scrive .... *Cette coupe présente deux paquets, dont chacun est formé d'une succession normale d'assises, sans aucune interversion, sans indice de repli ni de renversement. Cette remarque suffit, je crois, pour exclure toutes les explications proposées jusqu'ici, particulièrement par M.* FAVRE, *par* M. G. DE MORTILLET, *et par moi-même* (1). Noi ci siamo recati parecchie volte a visitare quelle località, vi ritornammo nell'agosto 1865 in compagnia dello stesso sig. LORY, e neanche quest'ultima volta sapemmo scoprirvi fatto accennante la rottura

(1) Vedi *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, tom. XXII, pag. 52.

e l'accavallamento (*chevauchement*) delle rocce, con cui il LORY intende ora di spiegare l'interposizione del calcare belemnitico negli scisti con impronte vegetali, anzi restammo sempre più persuasi, che le due rocce fossilifere sono in perfetta concordanza di stratificazione, inclinate all'E. 20° S. 70°, come notò il BEAUMONT (1), che gli scisti gradatamente passano al calcare argillo-scistoso, e che infine queste due rocce alternano insieme. Il cambiamento di opinione del LORY sull'origine di quel fatto è per noi arra di prossimo trionfo pel giudizio pronunciato dal BEAUMONT sull'ordinamento e sull'età geologica dell'intiero sistema antracitifero delle Alpi.

Mentre non ci acconciammo all'opinione dei geologi, i quali vogliono ripiegate quelle rocce, a nostra volta additammo una nuova piega estesa simultaneamente ai tre gruppi di rocce. Ma la piega da noi accennata è una semplice curvatura degli strati a guisa di V rivolto all'insù, o come suol dirsi a foggia di *fondo di battello*; curva la quale non lascia campo ad equivoco sulla successione con cui si formarono le rocce. Noi avvertimmo questo particolare spostamento degli strati nelle nostre Memorie geologiche sulle Alpi, col notare accuratamente come le medesime specie di rocce si abbassano dove verso un punto dell'orizzonte, e dove verso il punto opposto, nel che dobbiamo dire essere stati preceduti dai DE SAUSSURE, BROCHANT, BEAUMONT, ecc. Ma noi ne parlammo dippoi in modo esplicito in una lettera diretta al BEAUMONT (2), nella quale facciamo osservare, che il luogo dove si possono vedere le rocce con opposta inclinazione, ossia dove passa la linea sinclinale, si è presso Orelle, piccolo villaggio posto a 7 chilometri circa all'E. di S[t]-Michel nella valle dell'Arc (3). Egli è vero, che non dobbiamo attenderci d'incontrare in ogni dove lungo la sunnominata linea le rocce inclinate come esige la linea sinclinale annunziata; si notano anzi frequenti deviazioni, e la cosa non può essere altrimenti in un paese, dove le rocce plutoniche sorgono come tanti isolotti di figura elissoidale.

---

(1) Vedi *Annales des Sciences naturelles*, tom. XIII, pag. 116.

(2) Vedi *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tom. XLIX. Séance du 19 septem. 1859.

(3) Al sud di Orelle la linea sinclinale raggiunge il colle du Chardonnet, e continua più oltre nella medesima direzione; al nord di quel villaggio passa tra Bois de Posey e Bois du Banc. A Bois de Posey le rocce inclinano all'ovest; a Bois du Banc, a Longefoy, ecc. inclinano all'est: per queste località vedi la Carta dello Stato Maggiore piemontese al $\frac{1}{50000}$ foglio di Moutiers. Pel colle del Chardonnet vedi lo spaccato unito alla Memoria del sig. Scipione GRAS, *Annales des mines*, 3[e] série, tom V, pag. 473.

La principale massa di rocce plutoniche è quella del Monte Bianco, composta di granito e di protogina (1). Da quel colosso si estende per mezzo alla Savoia nella direzione NNE. SSO., e penetra nel Delfinato dalla parte di levante; sopra vi risiedono rocce metamorfosate, la prima delle quali, in progressione ascendente, è un grès a grana di grandezza mediocre, composto di felspato, di quarzo e di mica, e che alterna con uno scisto nero (ardesia alterata). A Petit-Cœur nella Tarantasia questa riunione di rocce inclina all'E. 20° S. di 70°, e vi termina col grès, su cui viene senza mutazione di giacitura un calcare cristallino, nero, scistoso, in alternanza con uno scisto ardesia consimile a quello associato al sottostante grès, calcare e scisto appartenenti al gruppo antracitifero inferiore, come attestano le numerose belemniti, i nodi di pentacriniti (Entroques), l'*Ammonites bisulcatus* Brug. (2) annidati nel calcare, e le impronte di piante carbonifere, specialmente di fronde, esistenti in taluni degli strati di scisto ardesia.

Nei monti sulla sinistra dell'Isera s'incontra la medesima alternanza di grès e di scisto ardesia or ora citata a Petit-Cœur, la quale vi possiede pur anche la medesima inclinazione. Noi la vedemmo lungo tutta la sponda sinistra del Celliers, torrente, che sbocca nell'Isera presso N. D. di Briançon (3). In alcuna delle mostre di grès colà presa, il felspato è in tanta abbondanza, che la roccia assume l'aspetto di granito. Non potemmo distinguere se questo grès faccia o no parte del gruppo inferiore (liasse); incliniamo però a crederlo nel medesimo orizzonte geologico occupato dalle rocce detritico-scistose di Ugine, di Vallorsine ecc., le quali fanno

---

(1) Il sig. Alfonso Favre crede di origine nettuniana la Protogina del Monte Bianco, perchè, secondo lui, sarebbe stratificata. Le commessure che gli suggerirono una tale idea sono, a nostro avviso, piani di sfaldatura (clivagio), quindi non si posssono invocare come prova dell'enunciata origine. Vedi *Bibliothèque universelle et Revue Suisse*, livraison de novembre, 1865.

(2) Questo Ammonite è stato trovato dal sig. de Mortillet, il quale, accondiscendendo alle mie istanze, lo cedette al Museo torinese, dove si conserva.

(3) Il sig. Cav. Lachat, Ingegnere delle miniere, e distinto Geologo, si occupò molto della Geologia della Savoia sua patria. Nel 1859 mi scriveva un'interessantissima lettera, dove tra le altre cose mi annunziava, che tra Cudraz e Mine de Cuivre (vedi la Carta dello Stato Maggiore piemontese $\frac{1}{50000}$ fogli di Moutiers e di Albertville), lungo il Culliers, il grès è percorso da rilegature e filoni di quarzo jalino, in alcuni de' quali si trova il rame piritoso. Volendosi questo scavare, si aprirono tre cunicoli l'uno sopra l'altro. L'inferiore, meno lungo degli altri due, raggiunse uno straticello di antracite, avente per tetto e per muro lo scisto ardesia identico a quello in alternanza col grès. Lo straticello di antracite e il grès inclinano concordemente all'E. 35° S. di 65°. Ora tracce di questo combustibile esistono eziandio nei conglomerati infraliassici di Ugine, Vallorsine, ecc.

parte del terreno da noi denominato *infraliassico*, coll'unico fine d'indicare la sua posizione per rispetto al liasse (1).

Dal villaggio Celliers a S^t^-Martin-Belville passando per Roc de Nictard e Villard, o tenendo in quella località altra via a questa parallela, si osserverà sul grès la serie compiuta di rocce dei tre gruppi antracitiferi e il granito, che loro serve di base. Ecco la lista delle rocce principali da noi vedutevi in una seconda gita eseguita dopo ricevuta l'interessante lettera del Cav. LACHAT testè citata in nota. Noi le additeremo nell'ordine in cui ci venne fatto di scorgerle procedendo dal basso in alto.

1° Granito e protogina, nel letto del Celliers.

2° Grès più o meno felspatico, in alternanza con ardesia, contenente tracce di antracite (infraliasse? SISM.).

3° Scisto argilloso nero (ardesia), con impronte di foglie di piante carbonifere, intercalato nel calcare scistoso nero con belemniti. Le medesime rocce si vedono nel fondo della valle dell'Isera tra Aigueblanche e Moutiers. In prossimità di S^t^-Martin-Belleville vi sono aggregati scisti violacei con grandi macchie verdi (gruppo antracitifero inferiore, liasse).

4° Calcare cristallino e gesso con fossili delle tre zone liassiche insieme rimescolati, e nella parte superiore con alcune specie di essi del terreno oolitico (gruppo antracitifero medio, che si suppone rappresentare il calcare oolitico).

5° Conglomerato quarzoso, grès, psammite, quarzite, calcare scistoso cristallino, e scisto ardesia con impronte di foglie, ma più specialmente di fusti di piante carbonifere e grossi strati di antracite (gruppo antracitifero superiore, che si suppone rappresentare le argille osfordiane).

I quattro gruppi di rocce (2) stratificate corrono inclinati S. E., però gli assi di sollevamento dei singoli gruppi si tagliano con un angolo piccolissimo, come annunzia la discordanza di 10° a 12° nella direzione delle rocce, cosa stata pure avvertita dal sig. Scipione GRAS (3).

Le rocce delle cinque divisioni summenzionate sono parimente visibili

---

(1) Nelle Alpi acquapendenti in Piemonte le rocce del gruppo infraliassico sono state metamorfosate in micascisto con quarzo granoso, in gneis a elementi sottili spesso con noccioli e straticelli di quarzo granoso.

(2) In questo scritto noi intendiamo principalmente di parlare dei tre gruppi di rocce che costituiscono il terreno antracitifero alpino.

(3) Vedi *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2^e^ série, tom. I, pag. 692-708. In molti luoghi la discordanza accennata non è apprezzabile.

lungo il tratto di strada tra S[t]-Jean-de-Maurienne e S[t]-Michel nella valle dell'Arc (vedi tav. I). Il granito e la protogina attraversano la valle al disotto di S[t]-Jean. Sovra di essi e dalla parte di levante sta il medesimo grès citato a Petit-Cœur e lungo il Celliers nella Tarantasia. Presso la casa dei Bagni di Echellion, posta a non grande distanza da S[t]-Jean sulla destra dell'Arc, il grès è ricco di felspato, ed i suoi componenti sono piuttosto grossi; per le quali cose, se non si sta in attenzione, si corre pericolo di cadere in inganno sulla sua natura, e di confonderlo con lo gneis. Noi lo provammo coll'acido nitrico, e questo vi produce effervescenza; non tutte però le mostre fecero effervescenza, nè tutte la fecero egualmente viva; per cui pensiamo, che il calcare non esista in tutte le varietà di grès, nè che sia uniformemente distribuito in quelle ove esiste. Intanto la sua presenza dimostra sempre più l'origine sedimentaria della roccia. Lo scisto ardesia, compagno di questo grès, esiste anche quivi, ma in istrati sottili, e più profondamente metamorfosato, che non altrove. Sopra il grès si succedono i tre gruppi del terreno antracitifero, le cui rocce nè per natura, nè per ordinamento, nè per giacitura non differiscono da quelle congeneri del pendìo opposto della medesima catena, di cui infine queste sono parte (1). Se non che, il calcare a valle di S[t]-Michel è per buon tratto ripiegato (vedi tav. I), ed ivi puossi verificare quanto altrove abbiamo asserito a questo proposito, cioè, che le pieghe non si estendono alle rocce del gruppo inferiore, nè a quelle del gruppo superiore, che coprono il calcare nel monte a sopracapo di S[t]-Michel (2).

Per sempre più comprovare la costanza nella successione dei gruppi, e nella soprapposizione, direzione e inclinazione delle loro rocce, ci

---

(1) L'Abbate Prof. VALLET, in compagnia del quale ci recammo nel 1865 ai bagni di Echellion, ci disse di avere in una delle precedenti escursioni rinvenuto colà ammoniti e belemniti liassici nel calcare scistoso soprapposto al grès. Nella gita da Celliers a S[t]-Martin-Belleville trovammo di questi medesimi fossili lungo la via in luogo dove non potevano venirvi d'altrove fuorchè dai monti colà vicini.

(2) Il BROCHANT nella sua *Memoria sui terreni della Tarantasia* cita rocce piegate. La descrizione che ne fa esclude perfino l'idea, che per una tale anomalia sia stata alterata la loro originaria alternanza, o il loro ordinamento. Ecco che cosa si legge a questo riguardo nel *Journal des mines*, vol. XXIII, pag. 332....... « La stratification est très-régulière, et s'écarte peu de la verticale: » les roches ne sont point contournées en grand comme les calcaires secondaires: certaines roches » schisteuses présentent, il est vrai, des contournements, ou plutôt des ondulations dans leurs feuil- » lettes, mais ces roches sont rares, et les surfaces de leurs bancs, vues en grand, peuvent être » considérées comme planes ».

faremo a raccontare ciò che si vede scorrendo per que'monti in direzioni diverse da quelle qui sopra seguite dopo l'escursione da Celliers a S^t-Martin-Belleville, e quella lungo la valle dell'Arc. Ritornammo ancora in Tarantasia per tornare poscia di nuovo in Moriana, facendo questa volta la via pel colle della Maddalena. Ci recammo dunque a Doucy (1), e di là il giorno 3 agosto 1844 passammo nel vallone Celliers tenendo la via di Côte-de-Chardoz. Nel tragitto si cammina sopra scisti neri in disfacimento, dai quali spunta un calcare cristallino, scistoso, nero. Trovammo in quelle rocce alcuni ammoniti liassici, e numerose belemniti così solidamente fissate alla roccia, che non riuscimmo a separarle da essa. Nessun'altra roccia, oltre le nominate, s'incontra salendo al colle. Ma nella discesa pel vallone Mongellaz, e particolarmente dopo percorso un breve tratto di strada, si arriva ad un sito coperto di pezzi e di massi angolati caduti indubitatamente dalle punte dette Cheval-noir, Roc-blanc, Mollars-des-Bœufs ecc., che si alzano sopra la cresta della giogaia. L'esame di quelle rovine c'insegnò, che sugli scisti liassici stanno anche colà i due altri gruppi di rocce antracitifere, del che ci accertammo mediante successive gite in que'monti. Un'ora circa prima di arrivare alla Chambre un grosso cono alluviale nasconde in parte la protogina vestita di tratto in tratto di gneis porfiroide talcoso, su cui sta il grès felspatico (infraliasse?), inclinato all'E. 15° N.

Col fine di viemmeglio assicurarci sul giudizio portato intorno alla costituzione della giogaia su cui s'alzano le punte denominate Cheval-noir, Roc-blanc, Mollars-des-Bœufs ecc., vi ci recammo dalla Chambre tenendo la via di Montaimond. In quel tragitto rivedemmo ancora le cose già narrate intorno alla natura, alla successione e all'ordinamento delle rocce. Sul grès felspatico giace lo scisto ardesia in alternanza col calcare cristallino, nero, scistoso, con belemniti, inclinato all'E. 15° a 20° S.; su questo giace il calcare nero, cristallino a grossi strati, del quale non si scorge il termine nè dalla parte del nord, nè dalla parte del sud (2), e su questo infine sono adagiate le rocce del gruppo

---

(1) Il monte su cui sta il villaggio Doucy minaccia di rovinare. Sull'invito avuto dal Cav. Ottavio Della Marmora, in allora Intendente della Provincia, studiammo se fosse stato possibile ovviare ad un tale pericolo, ma nulla sapemmo trovare da proporre che inspirasse la fiducia di ottenere il desiderato intento.

(2) Il Cav. Lachat nella citata lettera scrive di avere osservato al Roc de la Platière grossi arnioni di calcare compatto annidati nel calcare cristallino.

antracitifero superiore, poddinga, grès, psammite, quarzite, calcare, ardesia, ecc. (1). Nel discendere pel vallone di Mongellaz si vede a fior di terra gesso racchiuso nello scisto rosso con macchie verdi, rocce ambedue abbondantissime nel gruppo mediano, ma che ivi crediamo facciano parte del liasse.

Da Mollard-des-Bœufs venendo alla Planey, villaggio posto nel vallone di Mont Gel-Jafrey (per tutte queste località vedi la Carta dello Stato Maggiore Piemontese $\frac{1}{50000}$, i fogli Montmeillan, Albertville, Moutiers e Modane), si cammina ancora sui terreni sopra notati; ma come ben naturalmente potevamo prevederlo, trovammo ch'essi si presentano in ordine inverso a quello con cui si osservarono nella salita; così al gruppo antracitifero superiore succede la massa calcare, ed a questa succedono gli scisti ardesia col calcare scistoso belemnitico. L'inclinazione dei tre gruppi di rocce è verso l'E. 20° S.

Il grès felspatico, e gli scisti ardesia col calcare si protendono nei monti alla sinistra dell'Arc. Egli è tra queste rocce che scorrono i torrenti Glandon e Arvan dalla loro origine fino allo sbocco nell'Arc. Dove finisce il Glandon queste rocce sono nascoste sotto un cono alluviale composto essenzialmente di ciottoli e di massi di granito e di gneis. Attorno al cono il grès infraliassico e gli scisti ardesia col calcare liassico inclinano simultaneamente all'E. 15° S. Risalendo il vallone fino al colle de la Croix-de-Fer, e di là discendendo a S^t-Jean-de-Maurienne pel vallone Arvan, nulla si osserva che abbia aspetto di novità; imperocchè si cammina sempre sulle rocce scistose liassiche, che racchiudono numerose belemniti e qualche ammonite (2); là dove esse sono rotte e profondamente corrose si vede sotto il grès felspatico. Anche ivi il calcare liassico è cambiato in gesso, e ciò si osserva nei monti di S^t-Jean-d'Arve. Presso S^t-Sorlin poi vien fuori un filone o muriccio (*dycke*) di porfido quarzifero bigio-cenerino, simile a quello citato da NECKER (3) tra lo gneis e il granito in Vallorsina. Notammo in quei

(1) Una porzione delle nominate rocce, le scisto-argillose, secondo ci disse il Prof. Abbate VALLET, appartiene al terreno nummulitico, e sarebbe la continuazione di quello esistente a Montricher.

(2) Si fu nelle vicinanze del Colle Maroley ove rinvenimmo fossili in maggior copia.

(3) Vedi *Bibliothèque universelle de Genève*, tom. XXXIII, pag. 62. *Lettre du Prof.* L. A. NECKER *au Prof.* G. MAURICE.

due valloni più di un centinaio di direzioni degli strati; la media di esse è N. 19° E., S. 19° O., coll'inclinazione all'E. 19° S.

Passando dalla valle dell'Arvan in quella di Valminier si vede la conferma di quanto da noi si è detto intorno all'ordinamento di quelle rocce. Scorgonsi gli scisti e il calcare liassici nascondersi sotto la gran massa calcare costituente il gruppo mediano pareggiato all'oolite; massa che alla sua volta è coperta dalle rocce del gruppo antracitifero superiore, tenuto pel rappresentante delle argille osfordiane, le quali rocce ivi, come ovunque nelle Alpi, consistono in conglomerati quarzosi, grès, psammiti, quarzite, calcare ecc., con banchi di antracite.

Egli è nei monti di S^t-Michel nella valle dell'Arc, che si vede in modo distinto il contatto della gran massa calcare col gruppo antracitifero superiore (vedi tav. I). Ivi si scava il calcare, e si scava l'antracite e ciò condusse alla scoperta di resti organici proprii ai due gruppi antracitiferi. Nel calcare si trovarono resti di animali liassici con alcuni oolitici (1); nelle rocce antracitifere si trovarono impronte di foglie

(1) Nell'occasione della riuniono della Società Geologica di Francia a St-Jean-de-Maurienne, tenutasi dal 1° al 10 settembre 1861, il Prof. VALLET chiamò l'attenzione di quell'illustre consesso sul calcare con *Avicula contorta* scoperto da lui nei monti alla sinistra dell'Arc tra St-Michel e St-Julien. Vedi *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, tom. XVIII, pag. 725. Nell'agosto 1865 il Prof. VALLET ci fece vedere questo calcare presso St-Martin d'Arc, dove si conosce ch'è soprapposto al calcare du Pas-du-Roc contenente spoglie di molluschi liassici, ed alcuni oolitici. In quei giorni lo stesso distinto Prof. e amico mio mi fece eziandio osservare il medesimo calcare nelle vicinanze di St-Jean-de-Belleville, associato allo scisto verde-rosso soprastante alla breccia calcare, parzialmente mutata in gesso. Ora la medesima combinazione di rocce esiste al colle des Encombres. Il calcare fossilifero di quivi non differisce mineralogicamente da quello dell'*Avicula contorta* dei luoghi sovranominati, ma tra l'uno e l'altro corre però una importante differenza paleontologica, ed è che il calcare des Encombres racchiude belemniti e ammoniti in gran numero; ora neppur uno di questi molluschi è stato trovato nel calcare coll'*Avicula contorta* di quei monti. Accenniamo il fatto per compiere il debito di narratore esatto, e non già per sollevare dubbi sull'unità di formazione dei due calcari. Non mancheranno Geologi di un avviso contrario al nostro; di questi ve n'erano alla succitata riunione scientifica, i quali pertanto stimarono la scoperta del VALLET come un fatto comprovante l'esistenza in que' monti del terreno triassico annunziato molto tempo innanzi dal FAVRE. (Questa non era l'opinione del Prof. STOPPANI, nè del Prof. VALLET). Non li moveva dalla loro credenza la residenza di quel calcare su quello evidentemente liassico du Pas-du-Roc, anzi di ciò traevano profitto per l'altra loro opinione, voglio dire, che se ne giovarono per sostenere che nelle Alpi l'intiero sistema di rocce è rovesciato. Ricerche fatte in seguito fuori delle Alpi svegliarono molti dubbi sul significato cronologico dell'*Avicula contorta*; imperocchè nella moltiplicità dei fossili seco lei uniti si conobbe, che ve ne sono di quelli proprii ed esclusivi agli strati di quella zona, che ve ne sono di quelli esistenti eziandio nel triasse, e che ve ne sono infine di quelli proprii al liasse; quindi se ne volle fare un deposito o terreno particolare, che stabilirebbe in certa qual maniera la transizione dal triasse al liasse; ma se si tien conto del numero relativo

di piante carbonifere. Ma anche quivi, da quanto ci è stato riferito dagli scavatori, le impronte dei fusti e dei tronchi predominano su quelle delle foglie. Per meglio osservare il succitato contatto è uopo salire al colle des Encombres; imperocchè la via che suole farsi, passa e ripassa ora sul calcare, e ora sopra taluna altra roccia del gruppo antracitifero superiore, conservando questa e quello la direzione N. 12° a 20° E., S. 12° a 20° O., con l'inclinazione al 12° a 20° S. Poco prima di raggiungere il piede dell'estrema salita al colle si cammina per un buon tratto di strada sulla linea di contatto della gran massa calcare colle rocce del gruppo antracitifero superiore, e così si ha opportuna occasione di accertare, che alla base di questo gruppo stanno grossi banchi di quarzite (1); ivi il calcare è cangiato in gesso, e tra questo e il quarzite s'interpone uno scisto violaceo con macchie verdi, da non confondersi nell'età geologica collo scisto consimile dei contorni di Moutiers. Da quell'altezza si seguono coll'occhio il calcare e gli scisti, che escono da sotto il quarzite lungo tutto il pendìo del monte, i quali poi continuano a mostrarsi con questo medesimo modo di giacitura nel vallone di Valminier, fatto d'altronde che esaminammo sul posto nel 1838, nell'occasione in cui ci recammo in compagnia dei sigg. Elie de Beaumont e Fournet al monte Tabor. Lo scisto ardesia addossato al quarzite contiene in prossimità del colle des Encombres numerose impronte di piante ed antracite. Nella discesa a Moutiers la via corre buon tratto sul quarzite, poi sullo scisto rosso con macchie verdi adagiato sul gesso, e infine sul calcare cristallino in grossi banchi. Tutte queste rocce costituiscono la giogaia posta a levante del torrentello scorrente sul fondo del vallone; la cresta però è costituita da testate di rocce proprie alla parte superiore del gruppo, di cui il quarzite forma la base. Progredendo nel cammino si osserva diminuire la grossezza dei banchi di calcare, e nel tempo stesso il calcare assumere una

---

delle specie componenti quella particolare fauna, si troverà molto preponderante il numero delle specie liassiche. Quindi noi, incoraggiati da questo fatto, collochiamo il calcare coll'*Avicula contorta* delle Alpi della Savoia nel gruppo medio, ed a ciò siamo anche indotti da che ivi giace sopra il calcare du Pas-du-Roc, ove coi fossili liassici se ne trovano alcuni oolitici (Sul calcare coll'*Avicula contorta* vedi Jules Martin, *Zone à Avicula contorta, ou étage rhotien*, Paris, 1865).

(1) Il terreno antracitifero superiore alla sua base contiene grossi banchi di quarzite. Questa roccia però si mostra a fior di terra su maggior numero di punti dalla parte della linea sinclinale, dove gli strati sono alzati verso levante.

tinta bruna e poi nera, e allora scorgesi tra i suoi strati lo scisto argillo-calcare nero. A tre chilometri circa sotto il colle, e più precisamente a mezza via circa tra le prime casipole (*grangie*) e la casa detta di *Genouillet*, il calcare in discorso è fossilifero, anzi pare debba essere ricchissimo di resti di animali; imperocchè, un masso di oltre 3000 metri cubi, venuto giù da quelle cime fin presso al torrentello, ne contiene uno strato di circa tre metri di grossezza, dove sono rimescolati resti di specie delle tre zone liassiche, e tutti egualmente bene conservati, per cui convien dire, che vissero contemporaneamente (1).

---

(1) La vista di un tale masso produsse in noi una sensazione, che non sapremmo ben definire se fosse di sorpresa o di ben lieta meraviglia. Ne corse alla mente il contento che avrebbe provato il BEAUMONT nel vedere solennemente confermato da quella gran copia di spoglie animali, ciò ch'egli annunziava nel 1828 nella sua *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites situé à Petit-Cœur près Moutiers en Tarantaise*, cioè che tutte quelle rocce, nonostante contengano vestigie di piante carbonifere, vogliono tuttavia essere riferite al liasse, di tal periodo essendo appunto i fossili di quel masso. Ciò ne accadde il 27 agosto 1847. La mattina di quel giorno partimmo per tempo da S^t^-Michel coll' intendimento di arrivare a Moutiers prima di sera. Al colle des Encombres fummo improvvisamente avvolti da folta nebbia, che non tardò a risolversi in pioviggina, e quindi in pioggia dirotta. Arrivammo al gran masso fossilifero bagnati fino alle ossa, nè in migliore stato erano il nostro domestico Giuseppe Ferrante, e la guida Marcellino Fulgence di S^t^-Michel. Ciò malgrado, ci fermammo oltre tre ore nel cercare fossili. Carichi tutti e tre a più non posso ci rimettemmo in via, e non arrivammo a Moutiers prima delle 11 di sera in condizione tale, che ben facilmente si comprende. La lista dei fossili raccolti in quel giorno fu pubblicata nel *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2^e^ série, tom. V, pag. 410. Venne quindi riprodotta accresciuta nello stesso *Bulletin*, 2^e^ série, tom. XII, p. 361, e nei *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du 7 décembre 1857*. Credendo utile allo scopo cui mira il presente scritto la conoscenza dei fossili ivi trovati, ci determiniamo pertanto a ristampare di nuovo la lista dei medesimi.

Aptycus, spec. indeterm.
Teudopsis Sismondae, BELL.
Belemnites, spec. vicina al *B. elungatus*, MICH.
» spec. vicina al *B. irregularis*, SCHL.
Nautilus, spec. vicina al *N. truncatus*, SOW.
» spec. vicina al *N. intermedius*, SOW.
Ammonites fimbriatus, SOW.
» *annulatus*, SOW.
» *juvencis*, ZEIT.
» *beckei*, SOW.
» *margaritaceus*, D'ORB.
» *cornucopiae*, YOUNG.
» *planicosta*, SOW.
» *thouarsensis*, D'ORB.
» *radians*, SCHL.
» *henleyi*, SOW.
» specie indeterminabile.

Chemnitzia undulata, D'ORB.
» specie indeterminabile.
Trochus, due specie indeterminabili.
Pleurotomaria expansa, D'ORB.
» *rotellaeformis*, DUNK.
» *nerei?* MÜNSTER.
» vicina alla *P. coepa*, DESH.
» due specie indeterminabili.
Pholadomya liassina? SOW.
» vicina alla *P. elungata*, MÜNSTER.
Corbula, due specie indeterminabili.
Astarte, specie indeterminabile.
Lucina, specie indeterminabile.
Cyprina, specie indeterminabile.
Cardinia concinna, AG.
» *hybrida*, AG.
» specie indeterminabile.

Chi dal masso fossilifero recasi a S^t-Martin-Belleville trova a destra quarzite e a sinistra calcare. Il quarzite è ancora associato allo scisto rosso, ed il calcare in parte metamorfosato in gesso. Poco prima di arrivare a S^t-Martin-Belleville, e colà appunto dove il vallone piega alquanto verso levante entrasi tra le rocce superiori al quarzite. Continuando a discendere pel vallone vedonsi ben tosto le nominate rocce inclusivamente alla gran massa calcare, risiedere sul calcare cristallino, nero, scistoso, in alternanza collo scisto ardesia, nero, il quale calcare si mostra esso stesso qua e là metamorfosato in gesso. Nulla da essere in particolar modo ricordato notammo rispetto alla giacitura di queste rocce. Esse corrono dal N. 20° E. al S. 20° O., inclinate dalla parte dell'E. 20° S. E questa loro costanza nella giacitura e nell'ordinamento è pure una forte opposizione a coloro, i quali le vogliono ripiegate e capovolte.

Nei dintorni di Moutiers le cose si presentano in ben altro modo. La città è posta sul fondo di un bacino calcare, il cui asse massimo è nel verso del corso dell'Isera. Al sud di essa, nello spazio compreso tra l'Isera e il Doron il calcare è parzialmente convertito in gesso, e muta di quando in quando direzione. La media ricavata da una trentina di osservazioni è N. 39° E., S. 39° O., con un'inclinazione dove di 35° e dove di 62° all'E. 39° S. Qua e là sul calcare incontrasi l'antracite.

Isocardia, specie indeterminabile.
Venus, due specie indeterminabili.
Arca, sei specie indeterminabili.
Mythilus decoratus? Goldf.
» due specie indeterminabili.
Lima decorata? Münst.
» *inæquicostata*, Münst.
» *punctata*, Desh.
» tre specie indeterminabili.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Inoceramus, vicino all'*I. pernoides*, Gold.
Pecten priscus? Schl.
» vicino al *P. corneus*, Sow.
» vicino al *P. subulatus*, Sow.
Terebratula variabilis? Schl.
Spirifer rostratus, de Buch.
» *tumidus*, Ziet.

In tutto 63 specie, di cui se ne poterono conoscere solamente 35: di queste, 5 spettano al liasse inferiore; 14 al liasse di mezzo; 12 al liasse superiore, e 4 al liasse senza sede particolarizzata ed al terreno osfordiano inferiore.

Fossili trovati al Colle de la Madeleine.

Ammonites bisulcatus, Brug.
» *thouarsensis*, d'Orb.
» *murchisonae*, Sow.
» *bucheriae?* Sow.

Fossili trovati a Petit-Cœur.

Ammonites bisulcatus, Brug.
Belemnites acutus, Mill.
Encrinites.

E siccome i monti son per intiero composti di calcare, se mentalmente si abbassano e se ne estendono gli strati quanto basti per farli congiungere insieme, pare ch'essi abbiano ad avvolgere l'antracite. Questo fatto che sarebbe senza esempio in quelle contrade, in realtà non esiste; imperocchè nulla v'ha, che accenni essere quell'allargamento della valle, ossia bacino, opera di agenti corrodenti. Il vero, secondo noi, si è, che nei sovvertimenti geologici ivi succedette un avvallamento, per cui la porzione del suolo abbassatasi si presenta come soggiacente a quella rimasta in alto. Ora se quel bacino avesse un'altra origine, se ripetere si dovesse per esempio dalle acque, l'antracite avrebbe dovuto essere la prima a venire esportata, essendochè fa parte del terreno antracitifero superiore, come lo dimostrano le rocce seco lei associate. Così a Salins, a Villarluvin, a Jeissons, a Brids l'antracite giace nei soliti scisti ardesia, nei quali gradatamente si svolge la mica, e s'ingrossano i componenti, per cui finiscono per convertirsi in psammite; ma tra queste rocce ed il calcare, le cui relazioni geologiche dimostrano appartenere al gruppo antracitifero medio, sta il quarzite; quello visibile tra Villarluvin e Brids contiene laminette di talco, e in alcuni strati si notano grani di quarzo roseo, ed in alcuni altri si osservano ciottolini della stessa sostanza, che cambiano il quarzite in puddinga. A Hauteville, oltre alle nominate varietà di quarzite, una ve n'ha felspatica (1).

Da Hauteville andando a Villet per la via di Longefoy si passa successivamente su rocce dei tre gruppi antracitiferi. Lo scisto argillocalcare del gruppo inferiore si vede semplicemente di tratto in tratto uscire da sotto la gran massa calcare. Quello scavato a Cotron sulla sinistra dell'Isera appartiene a quel gruppo. Il calcare prosegue ad essere scoperto fino al ponte di Curcaille; ivi è di nuovo nascosto sotto le rocce del gruppo antracitifero superiore, e così rimane fino oltrepassato il paese Aime. Su tutto l'esteso spazio compreso tra il ponte

---

(1) Nel quarzite di Villarluvin corrono vene di ferro oligisto. Il Cav. Ing. LACHAT scrive nella citata lettera, che uno strato di questo minerale spunta dal mezzo delle rocce antracitifere superiori lungo la linea che congiunge insieme Bojacière nella Tarantasia, e Montaimont nella Moriana. Il Cav. LACHAT l'esaminò a Roche-Lanzon, a Mongirod, a Montaimond, a Robellin e a Ste-Marguerite, e lo trovò ovunque inclinato come le rocce antracitifere fra cui giace all'E. 19° S., se non che dove di 27°, e dove di 44° (in media). Ora Villarluvin è sulla linea esplorata dal sig. LACHAT; quindi il ferro oligisto di quel quarzite vuol ritenersi come un affioramento dello strato citato nella lettera di questo distinto Geologo. Noi vedremo in seguito, che il medesimo strato di minerale di ferro ricompare nella porzione del sistema antracitifero inclinata verso l'O.

di Curcaille e Aime le rocce antracitifere non diversificano da quelle di Hauteville nè per la composizione, nè per l'ordinamento, nè infine per la giacitura, poichè continuano ad avervi la direzione N. 20° E., S. 20° O., con l'inclinazione all'E. 20° S. di 45°. È bensì vero, che di quando in quando si osservano lievi variazioni nella direzione e nel grado d'inclinazione, ma vi sono molte ragioni per crederle accidentalità locali, prodotte da scoscendimenti parziali, oppure da pressione avvenuta per l'idratazione della karstenite.

Fin qui noi abbiamo esposti fatti, che si presentano sotto gli occhi del Geologo, il quale si rechi a studiare i terreni posti a ponente della linea sinclinale da noi indicata. Ora se egli intraprende i medesimi studi nei monti a levante di detta linea, nulla di essenziale trova a notare salvo l'inclinazione delle rocce, la quale non è più all'E. ma all'O., e salvo i cambiamenti operativi dal metamorfismo (1).

Che i fatti stieno come qui annunciamo chiunque può accertarsene, risalendo la Moriana da Oselle al monte Cenisio senza che punto gli tocchi di allontanarsi dalla strada grande. Le rocce del gruppo antracitifero superiore, poddinghe quarzose, grès, psammite, scisto argillo-calcare ecc. con antracite, si estendono fino a Modane, dove finiscono in una riunione di banchi di quarzite della grossezza di 500 e più metri (2). Di sotto sta la gran massa calcare, in massima parte convertita in gesso. La valle a monte di Modane si volge alquanto nel verso della direzione delle rocce, per cui si cammina a lungo con a diritta ed a sinistra il calcare parzialmente metamorfosato in gesso. Tra Bramant e Lanslebourg si vede più volte il calcare giacente su varie maniere di scisti uniti a calcare cristallino scistoso (3). Chi si avvezzò ad osservare le rocce delle Alpi, ben s'avvede, che quegli scisti e quel calcare sono gli stessi che quelli di Petit-Cœur, di St-Jean-de-Maurienne ecc., in uno stato di

---

(1) Molte delle cose notate in questo scritto furono da noi ricavate dal giornale tenuto nel viaggio eseguito nel 1838 lungo le Alpi in compagnia dell'illustre nostro amico Elie di Beaumont.

(2) Come abbiamo altrove notato, il quarzite nei monti a levante dalla linea *sinclinale* si mostra più sovente e su più ampio spazio di quello che si mostri nei monti a ponente della medesima linea.

(3) Nel calcare di Esseillon si rinvennero spoglie di Molluschi, nelle quali, quantunque in cattivo stato, ci parve di riconoscere le medesime specie esistenti nel calcare di Villette in Tarantasia. Vedi la nostra *Lettera al* Beaumont nei *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tom. XLIX, pag. 470, 1859.

metamorfismo particolare o, come suol dirsi, molto avanzato. Le medesime rocce si ritrovano verso l'origine delle valli dell'Arc, dell'Isera ecc., inclinate sempre all'O., dove più e dove meno N., cioè inclinate in verso opposto alle rocce coetanee, che trovansi nei monti a ponente della linea sinclinale. Il traforo o tunnel in corso di scavazione tra Modane e Bardonèche conferma ora molto opportunamente le cose da noi narrate sulla costituzione e sulla struttura di que' monti. Dalla parte di Modane il traforo s'intraprese in un cono alluviale, composto essenzialmente di rovine dei monti circonvicini, più o meno strettamente agglutinate insieme da sugo calcare. Attraversato questo, si ebbe a lottare contro la tenacità della poddinga quarzosa, alla quale succedettero poscia tutte le rocce del gruppo antracitifero superiore sottostanti alla poddinga, compresavi l'antracite. Da oltre diciasette mesi si è raggiunto il quarzite, ed in questo spazio di tempo si scavarono in esso appena 317 metri di galleria (1). Noi riteniamo, che a questo abbia da succedere il calcare o puro od associato al gesso, e quindi lo scisto ardesia alternante col calcare scistoso proprio del liasse; lo scisto però in uno stato di metamorfismo molto avanzato (tav. II, fig. 1, 2). Queste ultime rocce si estendono fino a Bardonèche, dove ha fine il tunnel. Su tutto quel lungo tratto (13 chilometri) le nominate rocce inclinano all'O. un poco N., inclinazione che conservano nell'interno della galleria (2). Nelle vicinanze

---

(1) I signori Ingegneri Comm. SOMMEILLER e Cav. MASSA, i quali hanno la compiacenza di tenerci informati di tutte le mutazioni delle rocce nel tunnel, ci notificarono, che dopo attraversati 90 metri di quarzite, s'incontrò un banco di karstenite quasi pura di 5 metri di grossezza; a questa succedette di nuovo il quarzite contenendo tratto tratto arnioni o venucce di karstenite.

(2) Nello scavare il tunnel si notarono dalla parte di Modane frequenti mutazioni nei gradi d'inclinazione delle rocce, ma questa inclinazione si mantenne sempre verso il medesimo punto dell'orizzonte, cioè verso l'O.; osservaronsi inoltre molto prima di raggiungere il quarzite gli strati curvati a guisa di grande C colla convessità prospiciente a levante. All'esterno una tale anomalia non si palesa, il che spiega come nella scavazione il quarzite s'incontrò 90 metri circa a levante dal punto da noi indicato nella relazione al Governo nel 1845.

Il pensiero di aprire un tunnel per mezzo alle Alpi, collo scopo di facilitare la comunicazione tra il Piemonte e la Savoia, appartiene al sig. MEDAIL, da Bardonèche, il quale l'espose in un Opuscolo pubblicato nel 1841 a Lione, stamperia di Demoulin, Ronet et Sibuet, dopo però averlo presentato al magnanimo re CARLO ALBERTO, il quale, sempre intento a migliorare le condizioni del suo paese, ordinò al suo Ministro dell'Interno, in allora il Cav. DESEMBROIS, che si facessero gli studi necessari per conoscere se l'esecuzione fosse tra le cose possibili. Questo grave incarico venne affidato al Cav. MAUS, Ingegnere belga, arrivato appunto in quei giorni a Torino per assumere la direzione dei lavori della via ferrata di Genova, ed all'autore di queste osservazioni. Ciò avveniva in sul finire del luglio 1845. In quell'epoca io mi trovava in Nizza marittima attendendo

della catena principale questa giacitura è sovente modificata, e talvolta anche cambiata. Dove poi le modificazioni e i cambiamenti sono frequenti egli è nel pendìo orientale della catena, il che contribuisce a mantenere i Geologi in disaccordo nell' assegnare alle rocce un posto determinato nella serie dei terreni. Nelle vicinanze di Susa, nella valle della Dora Riparia, la medesima roccia in un sito inclina verso un punto dell'orizzonte, e ad alcune centinaia di metri di distanza inclina verso un altro.

---

agli studi della Carta geologica. Colà ricevetti la lettera del Ministro Cav. DESEMBROIS, in cui a nome di S. M mi sollecitava di raggiungere il MAUS, e di recarmi seco lui nelle Alpi per istudiare, se si potesse scavare una galleria avente tutti i requisiti per congiungere la Savoia col Piemonte mediante una ferrovia. Il MAUS ed io percorremmo adunque e ripercorremmo in tutte le direzioni possibili la porzione della catena alpina tra il monte Cenisio e il monte Genèvre, e conchiudemmo poi che la linea, la quale, secondo noi offriva i maggiori vantaggi per una tale opera, era quella appunto supposta dal MEDAIL, e che dopo nuove indagini determinarono di seguire i distinti Ingegneri Comm. GRATTONI, GRANDIS, SOMMEILLER e RANCO, i tre primi dei quali vennero incaricati di far eseguire quel gigantesco lavoro. Fissato il luogo in cui doveva aprirsi la galleria, studiata la natura delle rocce, comprendemmo ben tosto che coi mezzi ordinari di scavazione sarebbe stato necessario uno spazio di tempo non minore di trentacinque anni a compiere quell'opera, supponendo ancora, che nulla d'impreveduto venisse a capitare nel corso del lavoro. Ora ognun vede, che non si poteva raccomandare al Governo un' impresa di così lunga durata. Riflettendo però quanto importasse quell'opera alla prosperità dei due paesi, si pensò di trovar mezzo onde accelerarne il compimento. Per raggiungere questo intento era uopo poter disporre di una forza permanente superiore a quella che, a parità di condizioni, si può ottenere dall'uomo. A ciò provvide il MAUS, pensando a valersi delle acque in gran copia fluenti ai due lati della catena, ed ideando a tal fine una macchina, che tutti noi vedemmo a lavorare con esito felicissimo in Valdocco, e intorno alla quale tutti noi ricordiamo i giudizi favorevoli che diedero uomini in tali materie versatissimi. Colla macchina MAUS, secondo calcoli desunti da ripetuti esperimenti eseguiti sulle rocce, contro alle quali essa doveva agire, si sarebbe ottenuto l'economia dei tre quarti del tempo voluto coi metodi ordinari; tuttavia la macchina MAUS non si costrusse in grande, nè si mise mano ai lavori preliminari di quella grand'opera, salvo il tracciamento della galleria, e ciò per le vicende politiche del 1848. Frattanto poi, terminatasi la strada ferrata di Genova, il MAUS, a norma della convenzione col nostro Governo, ripatriò, e la sua lodatissima macchina rimane qual documento, che attesterà mai sempre l'ingegno e le profonde cognizioni in meccanica del suo inventore. Per buona sorte dell' Italia il concetto del MEDAIL e le ricerche a tal uopo ordinate dal compianto CARLO ALBERTO non furono poste in obblio; imperocchè quell'opera sotto il glorioso regno dell'illustre successore di questo Monarca venne ripresa sulla proposta del Conte di CAVOUR, fatto persuaso dal Generale MENABREA della possibilità della riuscita, e si sta ora compiendo colla macchina perforatrice, frutto dell'ingegno e della scienza di tre dei sopranominati distintissimi Ingegneri GRATTONI, GRANDIS e SOMMEILLER. La macchina perforatrice altro non ha di comune con quella del MAUS fuorchè lo scopo. Ciascuna delle due macchine ha i suoi pregi e le sue prerogative; quella per altro del SOMMEILLER, di cui il Conte di St-ROBERT ha dato la teoria (vedi *Annales des mines*, 6e série, tom. III, pag. 281), ha il pregio di provvedere, senza il concorso di altro artifizio, al rinnovamento dell'aria; ed ora, in grazia di questa macchina, si penetrò nelle viscere del monte per la lunghezza di 6232 metri di galleria, dei quali 2412 dalla parte della Savoia, e 3820 dalla parte del Piemonte. Su questa intiera ragguardevole lunghezza verificossi tutto ciò che i nostri studi ci avevano fatto prevedere in ordine al rinnovamento e alla giacitura delle rocce, come nel nostro rapporto del 1845 significammo al Governo.

Nei dintorni del monte Bianco, tanto dalla parte di Francia, quanto da quella d'Italia, le rocce, come dice il DE SAUSSURE, sono alzate verso quel colosso; ma l' inclinazione loro cambia gradatamente in modo da descrivere un irregolare circolo attorno alla massa granitica (1).

Nel pendìo italiano noteremo ancora una o, per meglio dire, due particolarità; la prima riflette la composizione delle rocce, l'altra risguarda il loro ordinamento. Entrambe queste particolarità, a nostro avviso, sono opera delle rocce plutoniche. In Savoia, nell'area che prendemmo a studiare nel presente scritto, vi sono due sole rocce plutoniche, il granito e la protogina, le quali trovansi associate e confuse nella medesima catena, quella che dal monte Bianco mette nel Delfinato; in Piemonte, sopra uno spazio di circa uguale ampiezza, oltre al granito e alla protogina, havvi la sienite, la diorite, la serpentina (2), il porfido quarzifero, il melafire ecc., ecc.; e siccome parecchie di queste rocce furono causa efficiente di grandi rivoluzioni geologiche, non deve recare maraviglia il trovare in Piemonte le rocce nettuniane in uno stato differente da quello in cui trovansi le loro congeneri in Savoia, e ciò perchè le prime sono state ripetutamente esposte agli agenti metamorfosanti. Non intendiamo, è vero, con ciò, di circoscrivere l'azione di questi agenti entro un perimetro del raggio di poche migliaia di metri, ma intendiamo di dire, che lo stato delle rocce ci fa presumere, che l'agente metamorfosante perdesse del proprio potere allontanandosi dal luogo di irradiazione, locchè dimostrò il BEAUMONT con un felicissimo paragone, assimilando cioè lo stato di certe rocce a un tizzone arso ad un de' capi. Quindi si comprende come i conglomerati, le psammiti, gli scisti argillosi, il quarzite, in una parola tutte le rocce dei due gruppi antracitiferi, l'inferiore e il superiore, nelle Alpi piemontesi sieno metamorfosate in gneis, in micascisto, in scisti micacei, talcosi e anfibolici, e l'antracite in grafite (3). La seconda particolarità è uno scon-

---

(1) Nell'osservare l'inclinazione delle rocce è uopo fare attenzione a non iscambiare la stratificazione col divario delle medesime, tanto più se si tratta di rocce scistose, le quali ben sovente posseggono le due specie di commettiture.

(2) Vi sono Geologi, i quali pretendono la serpentina una roccia nettuniana metamorfa. Nei nostri lavori sulle Alpi abbiamo sostenuta l'opinione contraria. E come noi pensa pure il sig. ROQUES, il quale scrisse in questo medesimo senso una particolarizzata Memoria col titolo *Ophites des Pyrénées*, stampata nelle Memorie della *Société Impériale d'Agriculture, d'Histoire naturelle et des Arts utiles de Lyon*, *1864*.

(3) Nel corso di questo scritto abbiamo solamente citato il terreno antracitifero, perchè così

certo negli strati, dovuto ancor esso alle rocce plutoniche, le quali erompendo spostarono talvolta inegualmente le parti divise (*faille*), per cui venne distrutta la naturale corrispondenza tra le rocce. Le rotture di questa natura non iscarseggiano nelle Alpi. Una ve n'ha lunghesso la catena principale, avvertita tra gli altri luoghi nelle vicinanze di Bardonèche, dove sul medesimo piano verticale sono in mutuo contatto le rocce del gruppo antracitifero inferiore, e le poddinghe coi grès, ecc. (metamorfosate in una specie di gneis con grossi nodi di quarzo) del gruppo superiore. L'osservatore, che da natura sortì robusta tempra, ed a cui non increscano nè la fatica, nè i disagi, può vedere co' proprii occhi molti anomali contatti di rocce prodotti da ineguali spostamenti lungo una verticale percorrendo la cresta della catena principale dal monte Bianco al monte Viso; ma quando se n'è avvertiti si sfuggono facilmente gli inganni che un tal fatto male apprezzato può ingenerare.

CONCLUSIONI

Dalle cose narrate si ritrae:

1° Che le rocce antracitifere delle Alpi costituiscono tre gruppi (1) distinti l'uno dall'altro per la natura delle loro roccé, per lievi variazioni nella giacitura, e per i resti di esseri organici in essi esistenti;

2° Che l'ordine con cui le rocce si succedono dal basso in alto è il medesimo con cui si sono originariamente deposte;

---

esige l'argomento da noi preso a trattare; ma ci facciamo debito di dichiarare, cosa per altro già da noi ripetutamente avvertita, che nelle Alpi la maggior parte delle rocce cristalline stratificate inferiori alle antracitifere sono da noi reputate sedimenti metamorfosati delle epoche geologiche anteriori al liasse. Per lo passato questa classificazione poteva giudicarsi ipotetica o molto avventata; in oggi però può aversi come un fatto dimostrato, stantechè si sono riconosciute in queste rocce impronte incontestabilmente di corpi organici. Noi trovammo un' impronta di equiseto in una mostra di gneis staccata da un masso del terreno diluviale a settentrione di Rezzasco nella Brianza, masso, che tutto porta a congetturare venuto dalla Valtellina (vedi *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 2ª serie, tom. XXIII). Il Cav. Crescenzo MONTAGNA, Maggiore nel R. Corpo d'Artiglieria, scoprì nelle rocce cristalline delle Alpi più antiche delle antracitifere impronte di vegetali carboniferi, scoperta che pubblicò in un Opuscolo intitolato: *Intorno all'esistenza di resti organizzati nelle rocce dette azoiche*, ecc. Torino presso la libreria Loescher.

(1) In quest'enumerazione viene escluso il gruppo da noi chiamato *infraliassico*.

3° Che la ripiegatura degli strati è un mero accidente locale, e che le pieghe di un gruppo non si estendono mai agli altri con esso confinanti, per cui non possono indurre in inganno sulla successione, nè sulla alternanza delle rocce;

4° Che i tre gruppi di rocce sono simultaneamente piegati a guisa di V, cioè a guisa di *fondo di battello*, piegatura che punto non ne altera l'ordinamento primitivo;

5° Che le vestigie di piante carbonifere si sono finora trovate in due soli gruppi, nell'inferiore cioè e nel superiore;

6° Che nel gruppo medio finora si sono unicamente trovate reliquie di animali delle tre zone liassiche insieme rimescolate, e tutte ugualmente bene conservate, e alcune nei banchi superiori dell' epoca oolitica;

7° Che nel gruppo inferiore le rocce con impronte vegetali sono associate ad altre contenenti spoglie di molluschi liassici, spoglie che mancano assolutamente nel gruppo superiore (1);

8° Che nel gruppo inferiore predominano le impronte di foglie, e nel superiore quelle di fusti; e che inoltre nell'inferiore scorgonsi appena tracce di antracite, mentre questo combustibile è abbondantissimo nel gruppo superiore;

9° Che il gruppo medio con fossili animali esclusivamente liassici e oolitici è intercalato tra due gruppi di natura diversa, ambi contenenti impronte di vegetali del periodo carbonifero; quindi, ammettendo ben anche i tre gruppi rovesciati, come pretendono que'Geologi,

---

(1) La coesistenza nella medesima roccia, o nel medesimo gruppo di rocce, di resti organici stati creduti caratteristici di periodi geologici più o meno distanti tra loro, è un fatto, di cui ad ogni breve tratto si scopersero nuovi esempi. Noi, in una lettera al BEAUMONT (vedi *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du 26 octobre 1857*), avvertimmo nelle rocce nummulitiche di Taninge (Savoia) impronte di piante diverse da quelle dei gruppi antracitiferi alpini, tuttochè carbonifere, come decise il sig Ad. BRONGNIART, il quale, sulla preghiera ricevuta dal BEAUMONT, ebbe la compiacenza di studiare le mostre che gli inviammo. Ma fra i tanti fatti di questa natura, che in oggi si potrebbero rammentare, ci limitiamo a citare quello pubblicato dai signori MARCOU e Cav. Professore CAPELLINI. Questi distinti Geologi ci narrano avere osservato a Nebraska nell'America settentrionale l' *Inoceramus problematicus*, mollusco cretaceo, insieme con impronte di piante, nelle quali il sig. HEER di Zurigo riconobbe 7 generi di dicotiledoni frequenti nel terreno mioceno europeo, e sconosciuti affatto nel terreno cretaceo di quell'emisfero. Vedi *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, tom. XXI, pag. 132, e la *Memoria dei signori Professori* G. CAPELLINI *e* O. HEER, stampata nelle *Mémoires de la Société Helvétique des Sciences naturelles*, Zurich, 1866.

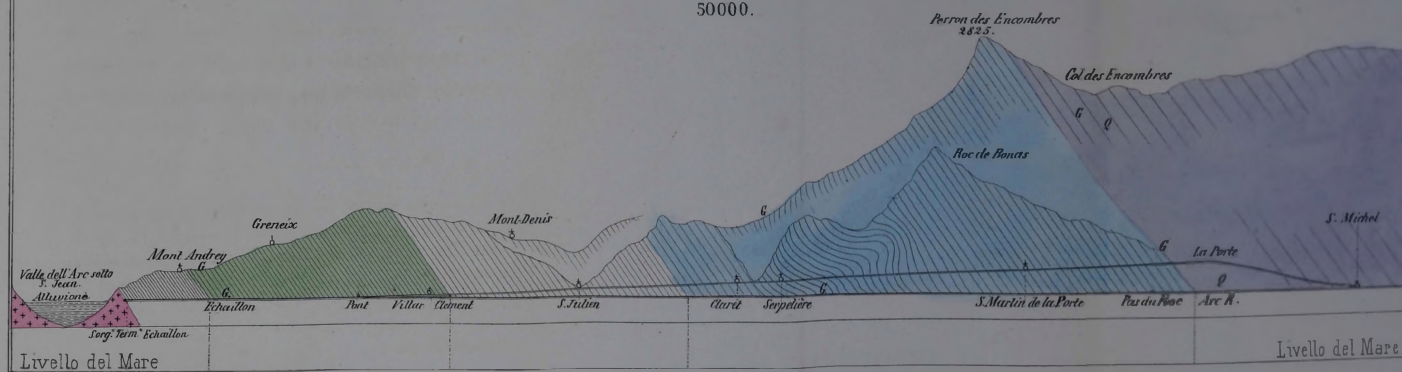
i quali vogliono dell' epoca carbonifera il nostro gruppo superiore, e liassico il nostro gruppo inferiore, non si viene tuttavia con questa supposizione a mutare lo stato della questione, in quanto che il gruppo inferiore, secondo essi liassico, contiene eziandio impronte delle medesime specie di piante esistenti nel gruppo superiore, il quale per essi è il gruppo inferiore, ossia carbonifero;

10° Che il gruppo inferiore e il gruppo medio sono legati insieme per comunanza di spoglie di esseri animali, e che medesimamente sono legati insieme i gruppi inferiore e superiore, perchè ambi racchiudono avanzi delle medesime specie di vegetali dell'epoca carbonifera; ma queste relazioni non distruggono la reciproca indipendenza dei tre gruppi dimostrata dai fatti esposti nelle precedenti conclusioni 1ª, 6ª e 7ª.

11° Che per tutte le enunciate cose l'opinione del Beaumont, che i tre gruppi di rocce in discorso appartengano a una sola e medesima formazione geologica (alla giurese), diventa una verità dimostrata ed incontestabile (1).

(1) La ricomparsa di piante carbonifere nel periodo liassico può spiegarsi colla supposizione di una nuova creazione, come anche con quella, che non abbiano mai cessato di esistere, ma che le loro vestigie nei terreni dei periodi intermediari (tra il carbonifero e il giurese) sieno state distrutte dagli stessi agenti i quali metamorfosarono in gneis, in micascisto, ecc. i sedimenti operatisi in quello spazio di tempo.

Erano scritte le presenti nuove Osservazioni, quando ricevemmo il Bulletin de la Société Géologique de France, avril et juin 1866, *in cui alla pag.* 480 *è inserita una nota intitolata:* Carte Géologique de la Maurienne et de la Tarantaise, par MM. les Professeurs Lory et Vallet. *In essa nulla trovammo da indurci a modificare le conclusioni di questo nostro lavoro.*

TAV. I.
SOPRAPPOSIZIONE DEI TRE GRUPPI DI ROCCE
Antracitifere.
Spaccato tra S.t Jean-de-Maurienne e S.t Michel sulla diritta dell'Arc (Moriana).
1
50000.
Perron des Encombres
2825.
Col des Encombres
Roc de Bonas
Greneix
Mont-Denis
Mont Andrey
Valle dell'Arc sotto S. Jean.
Alluvione
Echaillon
Pont
Villar
Clement
S. Julien
Claret
Serpelière
S. Martin de la Porte
Pas du Roc
Arc R.
La Porte
S. Michel
Sorg. Term. Echaillon
Livello del Mare
Livello del Mare
Gruppo Superiore
Conglomerato quarzoso, Quarzite, Psammite, Grès, Calcare e scisti argillosi con antracite e impronte di fusti di piante carbonifere senza vestigie di vegetali.
Corrispondenti alle argille ossfordiane
Gruppo Medio
Calcare e Gesso con resti di animali liassici senza vestigie di vegetali.
Corrispondente all' oolite.
Gruppo inferiore
Calcare e scisti argillosi con resti di animali liassici e impronte di foglie di piante carbonifere.
Liasse
Protogina
Grès calcare felspatico (Infraliasse? Sism.)
Calcare nummulitico (serrato nelle rocce liassiche.)
G
Gesso con Carniolo
Q
Quarzite

SPACCATO TRA LES FOURNEAUX (MORIANA) E BARDONNÈCHE (DORA BALTEA)

PEL COLLE DI FRÉJUS

1/50000.

Gruppo superiore

Conglomerato quarzoso, Quarzite, Grès, Psammite, Calcare e Scisto argilloso con Antracite e fusti di piante carbonifere.

Corrispondente alle argille oxfordiane.

Gruppo medio

Calcare e Gesso con resti di animali liassici e oolitici (al forte di Esseillon) senza vestigie di piante

Corrispondente all'oolite.

Gruppo inferiore

Calcare cristallino scistoso e scisti argillosi metamorfosati e tracce di Grafite.

Liasse.

q Quarzite

Osservatorio 2949.16

FRANCIA
Tunnel
Entrata Nord.

ITALIA
Tunnel
Entrata Sud.

Entrata Nord 1202.82

Entrata Sud 1335.34

Livello del mare.

Livello del mare.

Modane

Gran Sorgente

Mont-Round 2453

Il Gran Vallone

Sommità del gran Vallone 3027

Osservatorio

ASSE DEL TRAFORO

ENTRATA NORD

ENTRATA SUD

Fourneaux

Punta di Fréjus

Bardonnèche

Bellecôte 2406

Charmaix

Les Arnauds

Piano dell'Orso

Lit. F.lli Doyen.